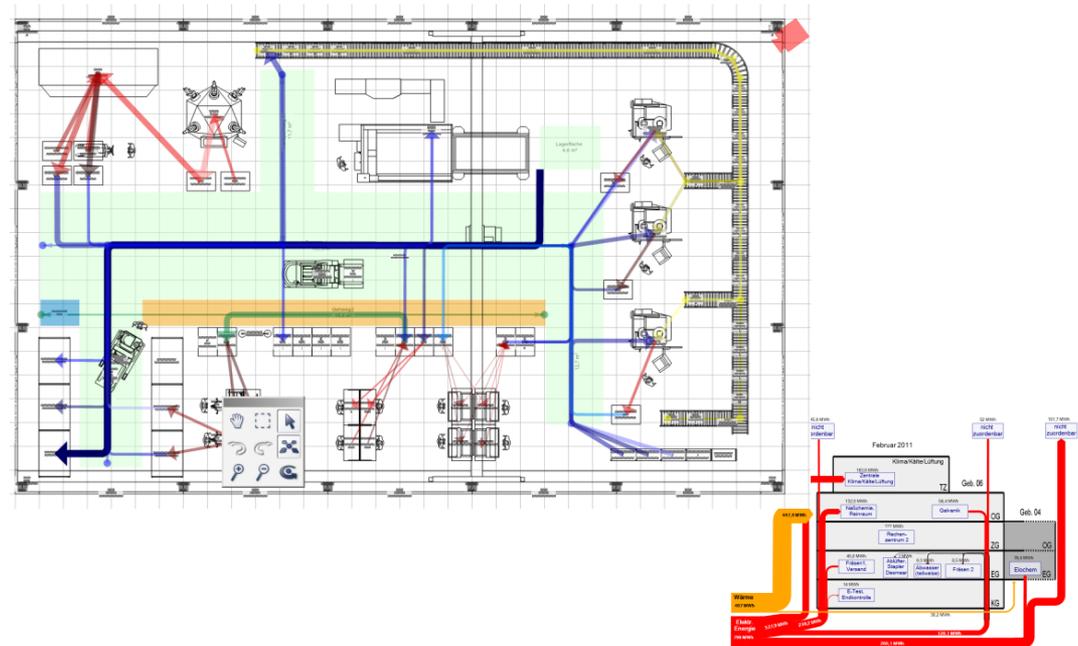


# Fertigungsinformationstag 2012

Der Produktivitätskongress bei Daimler

## »Green Carbody Technologies« - TP 1.3.1 Energiesensitive Fertigungssteuerung

Dipl.-Inf. Tino Langer, Fraunhofer IWU Chemnitz



# Agenda

- (1) Energiewende – the **German** point of view
- (2) Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente **Fabriken**
  - Spitzentechnologiecluster **eniPROD**
  - Innovationsallianz **Green Carbody Technologies**
- (3) Energiesensitive Fertigungssteuerung
- (4) Energieeffizienz 2.0 – der nächste Schritt?

# Das FRAUNHOFER IWU

Ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft

## Kurzprofil

- etwa 510 Mitarbeiter
- 29 Mio. Euro Forschungsbudget (2012)
- 4 000 m<sup>2</sup> Versuchsfeld
- Institutsteile in Chemnitz und Dresden



FuE-Kompetenz „Ressourceneffiziente Produktion“

### Forschungsgebiete

- Werkzeugmaschinen
- Mechatronik
- Funktionsleichtbau
- Spanende Technologien
- Umformtechnologien
- Füge- und Montagetechnologien
- **Produktionsmanagement**



# Agenda

- (1) Energiewende – the **German** point of view
- (2) Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken
  - Spitzentechnologiecluster eniPROD
  - Innovationsallianz Green Carbody Technologies
- (3) Energiesensitive Fertigungssteuerung
- (4) Energieeffizienz 2.0 – der nächste Schritt?

# Energiewende – Der Deutsche Weg

- 1991 Gesetz über die Einspeisung von Strom aus **erneuerbaren Energien**
- 1998 „Die Grünen“ werden Regierungspartei
- 2000 **Erneuerbare-Energien-Gesetz**, Vereinbarung zum Atomausstieg
- 2004 EEG 2
- 2009 EEG 3
- 2012 Endgültiger **Atomausstieg bis 2022**

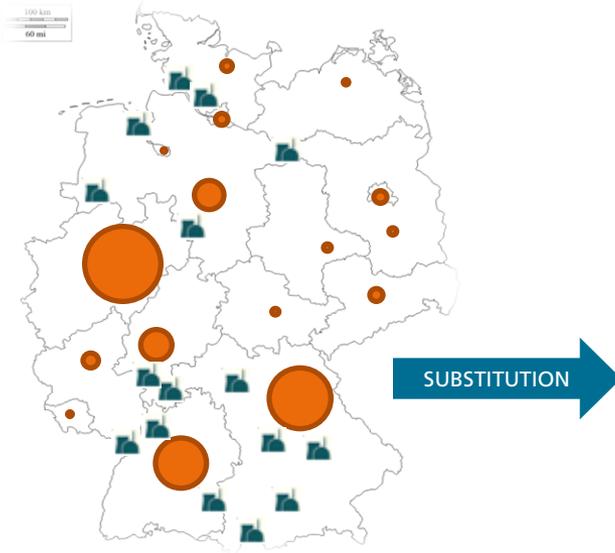
Es war nicht nur  
**Fukushima!**



# Beschränkungen in der Energieproduktion (Deutschland)

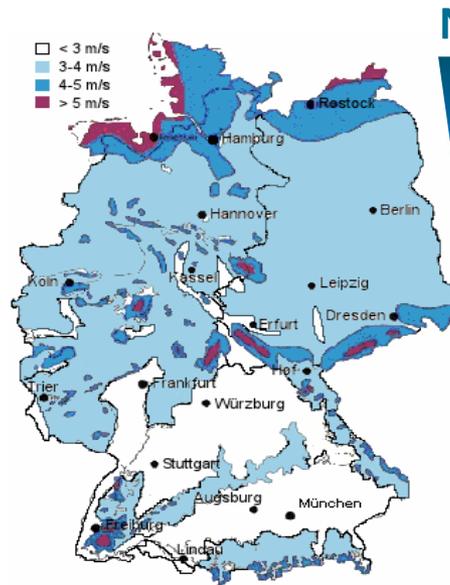
## Industrie beeinflusst Höhe des Energiebedarfs

Wertschöpfungsanteile und Kernkraftwerke in Dtsl.

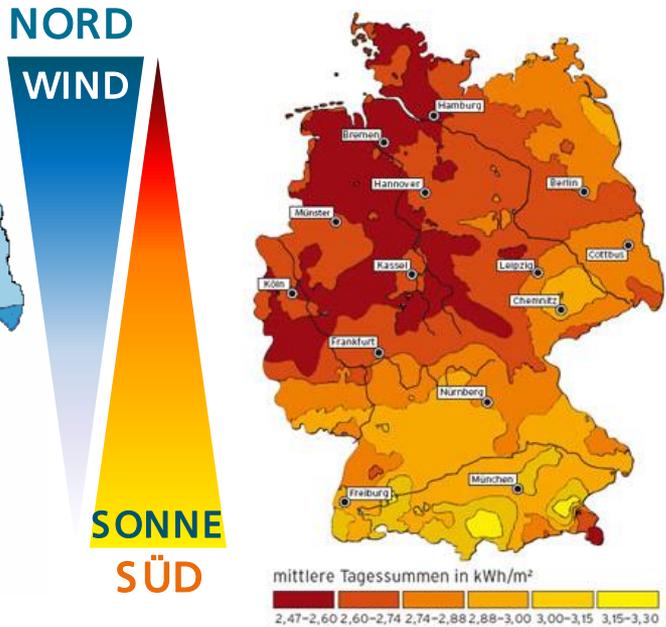


## Energieausbeute bei erneuerbaren Energien

Windenergie



Sonnenenergie



## Zukünftige Herausforderungen / Probleme

- Unflexible ad-hoc Erzeugung und Bereitstellung von Energie
- Hoher Aufwand für den Transport von Energie zwischen Nord und Süd
- Fehlende Speicherkapazität/hohe Umwandlungsverluste

# Using a mobility approach ... ?

## USA

Houses follow jobs ...



## Deutschland

Factories follow energy allocation ?



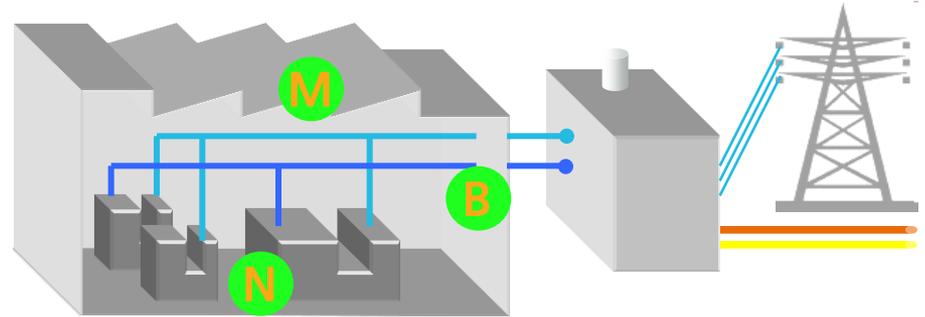
# Agenda

- (1) Energiewende – the German point of view
- (2) Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken
  - Spitzentechnologiecluster **eniPROD**
  - Innovationsallianz **Green Carbody Technologies**
- (3) Energiesensitive Fertigungssteuerung
- (4) Energieeffizienz 2.0 – der nächste Schritt?

# Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken

## ■ (N) Effiziente Nutzung

- Fertigungstechnologien
- Prozesskettengestaltung
- Anlagen (Produktion, Logistik)  
→ Antriebe, Kompon., Steuerung

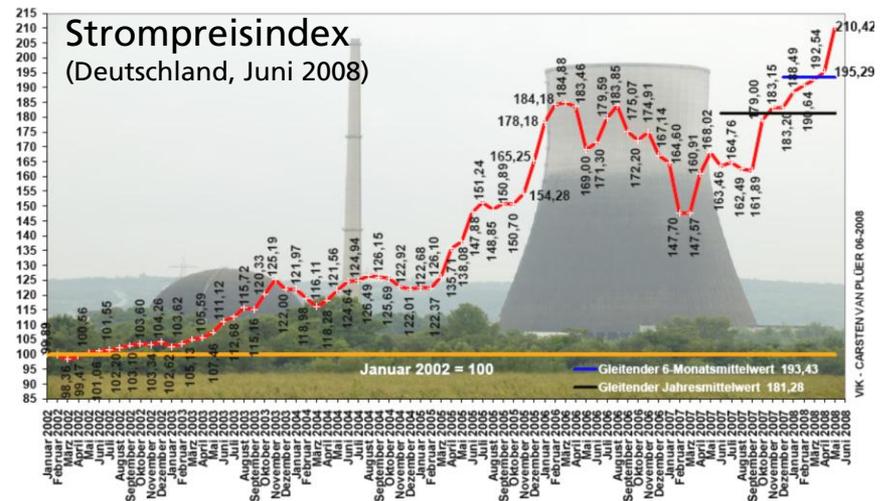


## ■ (M) Sensitives Management

- Digitale Planung der energieeffizienten Produktion / Fabrik
- Integration von Energie- und Fertigungssteuerung

## ■ (B) Nachhaltige Bereitstellung

- Integration Co- / Polygeneration
- Nutzung regenerativer Energieträger
- Lokale und zentrale Speicherung (Elektro, Wärme, Kälte)



# Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken

- Kostensteigerung Elektrizität 2000-2011: ca. 100 % (Automobilindustrie)
- Geschäftserfolg = f (Qualität, Produktivität, Flexibilität, **Energiekosten**)

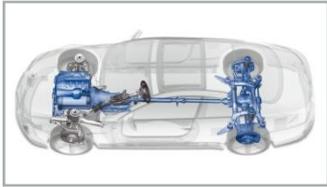
→ **Towards E<sup>3</sup>: Energieautarke, Emissionsneutrale, Ergonomische Fabrik**

## 3-Schritt-Vorgehen in der Produktionstechnik zur Senkung der Energiekosten

- Wirkungsgradoptimierte Produktion
  - Effizienztechnologien, Prozesssicherheit
  - Niedrigenergie-Fertigungsanlagen
  - **Effizienz**
- Total Energy Management
  - Energieketten, „geschlossene“ Energiekreisläufe
  - **Nachhaltigkeit**
- Nutzung unabhängiger Energiequellen
  - **Substitution**



# Fraunhofer-Strategie „Ressourceneffiziente Produktion“ Leitprojekte



Fraunhofer-Future  
Green Powertrain  
Technologies



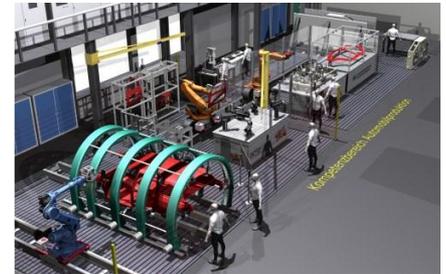
Innovationsallianz  
Green Carbody  
Technologies



Spitzentechnologiecluster  
eniPROD

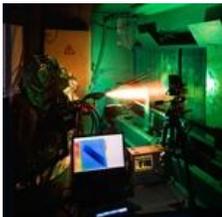
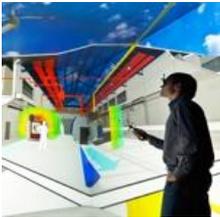


Fraunhofer IWU  
Forschungsfabrik  
Ressourceneffiziente  
Produktion



# Leitprojekte

## Spitzentechnologiecluster eniPROD



**eniPROD:** Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik

Vision: **Energieautarke Fabrik**

- **Effizienzoptimierte Produktion**
  - Geschlossene **Energiekreisläufe**
  - Einsatz **erneuerbarer Energien**
- **Interdisziplinäre Grundlagenforschung (Universitär geführt)**
- **Laufzeit: 5 Jahre (2009 - 2014)**

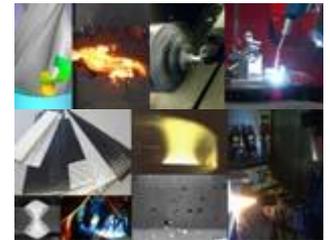
# Leitprojekte

## eniPROD - Forschungsaktivitäten

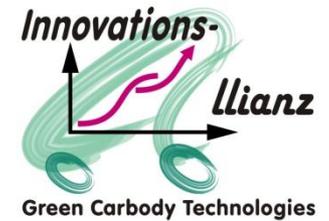


### 5 Handlungsfelder in 16 Teilprojekten

- Virtuelle **Produktentwicklung** für energieeffiziente Produkte und Prozesse (PE)
- Energieeffiziente, intelligente **Produktionssysteme** (PS)
- Entwicklung ressourceneffizienter **Prozesse und Prozessketten** (Powertrainkomponenten, Zellstrukturen) (PK)
- Energieoptimierte und ressourcenschonende **Werkstoffe und Strukturen** (WS)
- Energieeffiziente Anlagen und Prozesse – **Logistik und Fabrikplanung** (LF)



# Leitprojekte Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“



## Partner

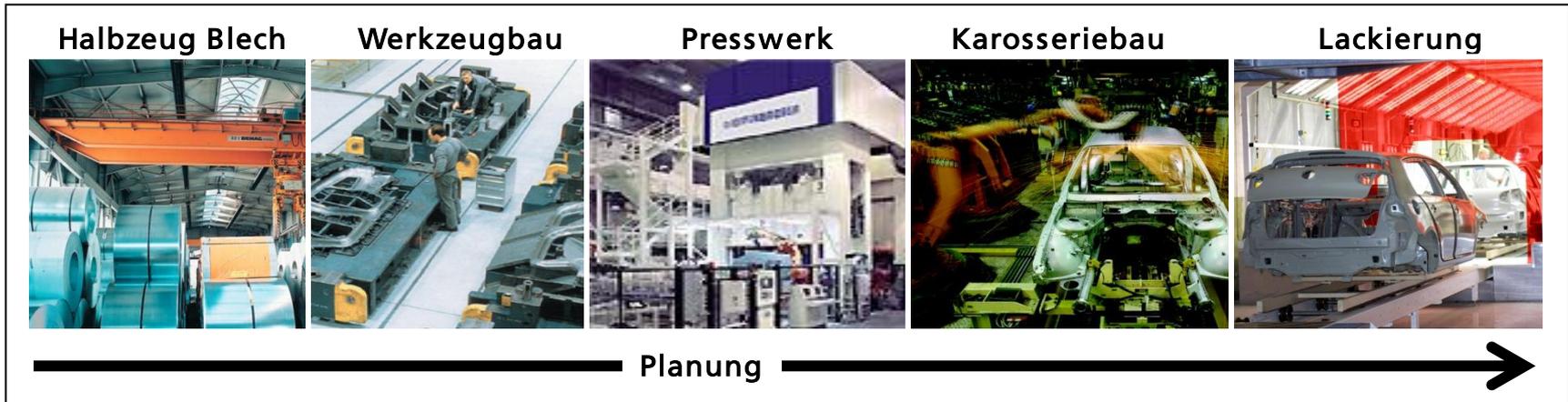


- Entwicklungsziel: Ressourceneffiziente Prozesskette **“Lackierte Karosse”**
  - Energiereduktion
  - Ressourceneinsparung
- Partner (Industriegeführt):
  - Volkswagen (leading OEM), Audi, Daimler
  - **60 Firmen** (Automobilzulieferer, Komponentenhersteller, Stahlindustrie)
  - Fraunhofer-Institute (IPT Aachen, IPA Stuttgart, IWU Chemnitz)
- FuE-Budget: ~ 30 Mio. €
- Laufzeit: 3 Jahre (2009 – 2012)

# Leitprojekte Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“



- Forschungsansatz**
- Technologie und Anlagen orientierte Forschung für die **Karosserieproduktion**
  - Ganzheitlicher Ansatz für frühzeitige **Planung** und permanente **Steuerung**



Energieaufwand  
für Ressourcen

Energiebedarf  
Technologien

Energieverbrauch  
Betriebsmittel

Energiebedarf  
Infrastruktur

**Forschungsschwerpunkte**

# Agenda

- (1) Energiewende – the German point of view
- (2) Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken
  - Spitzentechnologiecluster eniPROD
  - Innovationsallianz Green Carbody Technologies
- (3) Energiesensitive Fertigungssteuerung
- (4) Energieeffizienz 2.0 – der nächste Schritt?

# Motivation und Zielstellung

## Heute:

- **Produktionsmanagement** orientiert sich nur an der **Produktivität**
  - Existierende Leitsysteme steuern nur die Produktion ohne Berücksichtigung von Energieaspekten
- **Reduzierung** des **Energiebedarfs** durch isolierte Betrachtung von Verbrauchern ohne Abhängigkeitsbetrachtungen
  - Keine Nutzung **verbraucherübergreifender Einsparpotentiale**

## Ziel:

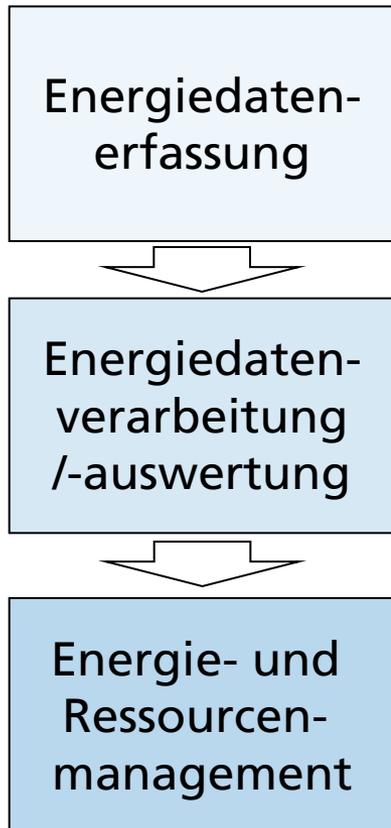
- **Dynamisch minimierter Gesamtenergieeinsatz** bei Erreichung eines vorgegebenen Produktionsziels

# Anforderungen zur Zielerreichung

## Zukünftig:

- Schaffung von **Transparenz** zu Ressourcenbedarfen und -flüssen in der Produktion mittels Monitoring
  - Identifikation großer Energie- bzw. Ressourcenverbraucher
- Gleichzeitige Berücksichtigung von **Produktionszielen** und **Ressourceneinsatz**
  - Funktionale Erweiterung und Kopplung existierender Leitsysteme um **Ressourcen bedarfsgerecht** bereitzustellen
  - **Koordinierte Steuerung** der Komponenten aus Produktion, Produktionsinfrastruktur und Gebäudeinfrastruktur zur Optimierung des Ressourcenbedarfes im Anlagenbetrieb

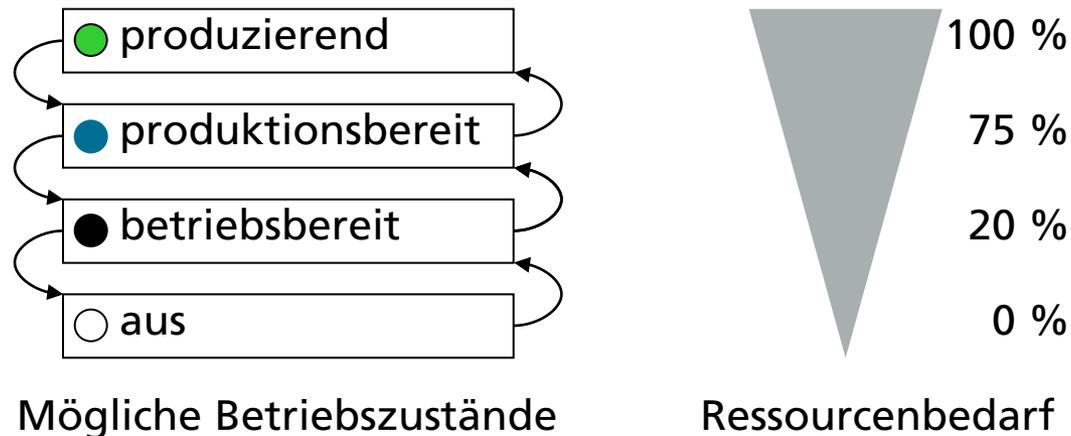
# Von der Energiedatenerfassung zum Ressourcenmanagement



- Gegebenenfalls Erweiterung bestehender Systeme zur Prozessdatenerfassung um Energieaspekt
  - Leistungsfähige Systeme zur **Energiedatenerfassung** vorhanden (vgl. ENDAV mobile)
  - **Datenaggregation** auf unterschiedlichen Ebenen
  - Bildung vergleichbarer komponentenübergreifender **Kennzahlen**
  - **Monitoring** von Ressourcenverbräuchen/-bereitstellungen
  - Berücksichtigung von Produktionsanlage, Infrastruktur und Gebäudeinfrastruktur durch **gekoppelte Teilmodelle**
  - Nutzung **komponentenübergreifender** Einsparpotentiale
  - **Bedarfsgerechte** Ressourcenbereitstellung
- **Energiesensitive Steuerung**

# Energiesensitive Steuerung

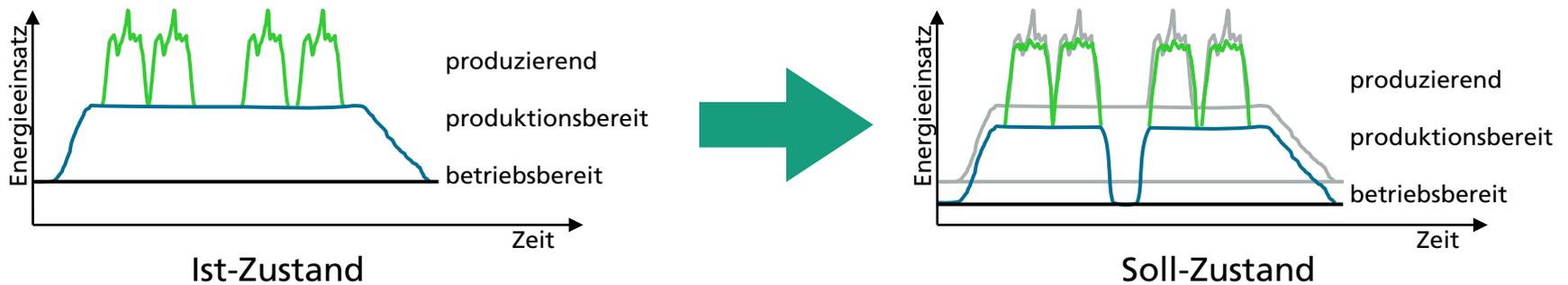
- Energiesensitive Steuerung = **bedarfsgerechte Betriebszustände** von Komponenten der Produktion, Infrastrukturkomponenten, Gebäudeleittechnikkomponenten



- Voraussetzungen
  - **Verknüpfung** von Modellen für Anlage/Infrastruktur/Gebäudeleittechnik
  - **Definition von Abhängigkeiten** zwischen den Komponenten der Anlage/Infrastruktur/Gebäudeleittechnik
  - Zuordnung von **bereitgestellten** und **benötigten Ressourcen** zu Betriebszuständen

# Energiesensitive Steuerung

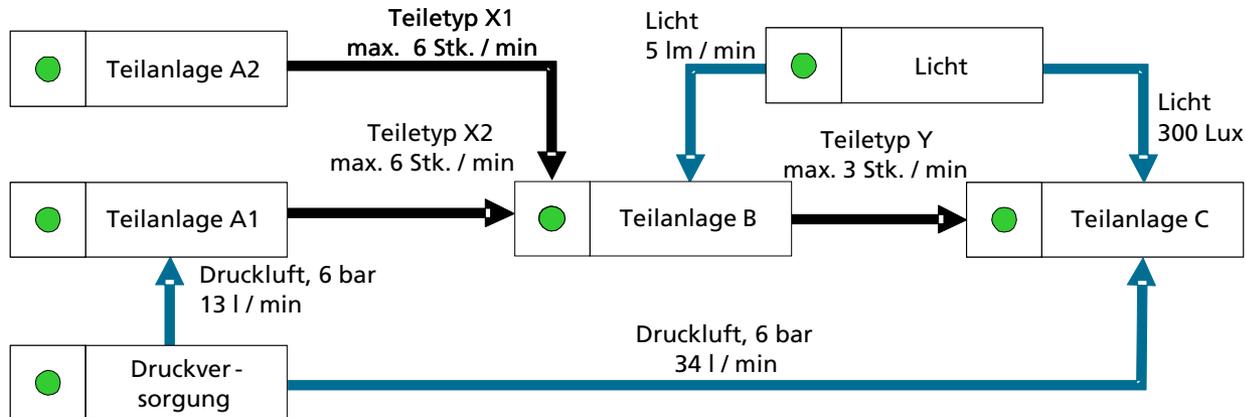
- **Modell der Abhängigkeiten** zwischen den Komponenten der Anlage/Infrastruktur/ Gebäudeleittechnik (Abhängigkeitsgraph)
  - Bestimmung von **Ressourcenbeziehungen** zwischen Komponenten
  - Erkennung **logisch unmittelbar benachbarter Komponenten**
- Vorgehen während des Produktionsbetriebes
  - **Reaktion auf Verbrauchsänderungen** von Komponenten
  - **Vorschläge für bedarfsgerechte Betriebszustände** abhängiger Komponenten
- **Ausnutzung von Einsparmöglichkeiten**



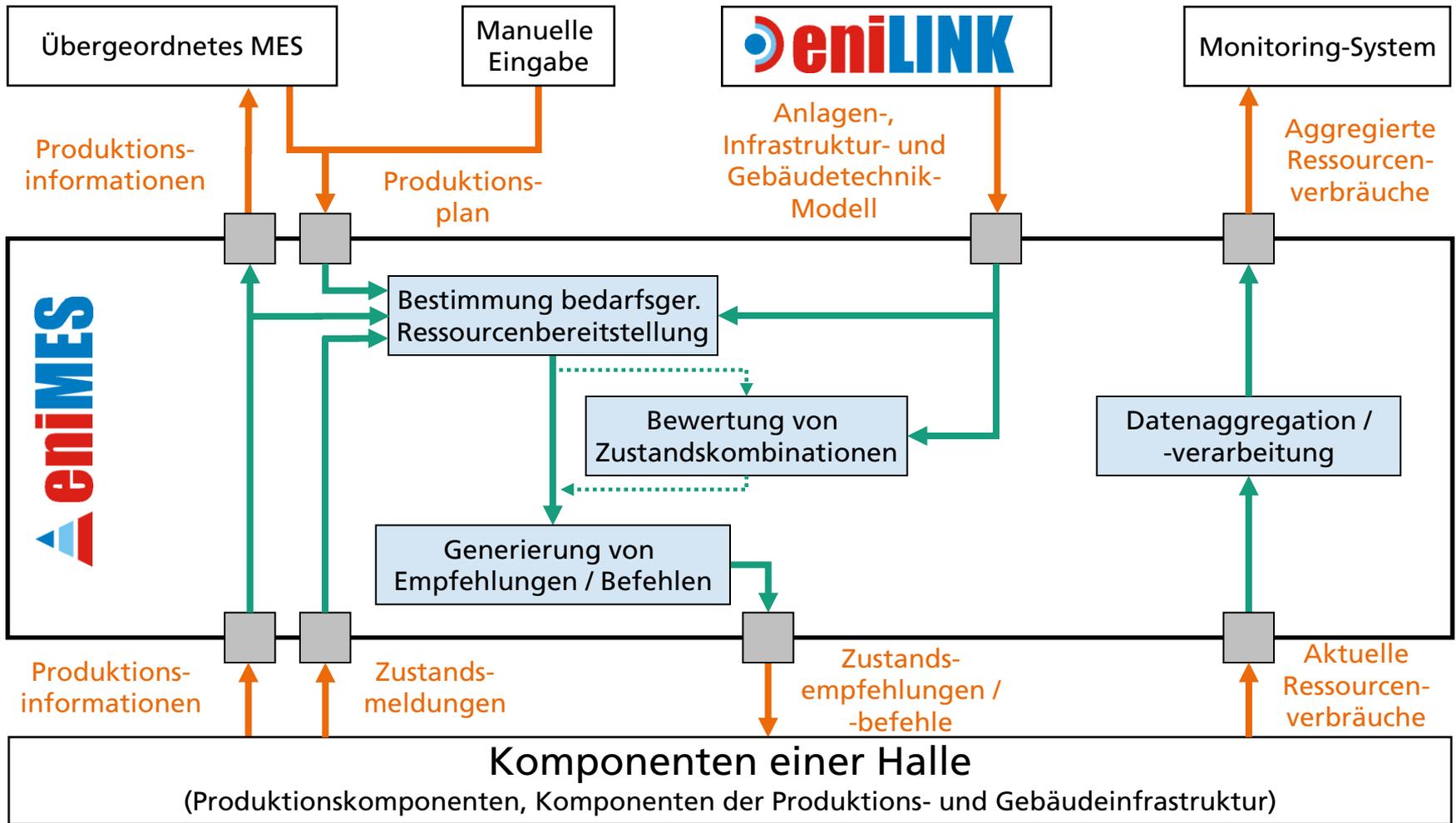
# Ansätze zur bedarfsgerechten Ressourcenbereitstellung

## Reduzierter Ressourceneinsatz durch:

- **Anlagen- und Bereichsübergreifende Vorschlagsgenerierung** von Betriebszuständen für Komponenten der Anlage/Infrastruktur/Gebäudeleittechnik
  - Welche Ressourcen werden von welcher Komponente **wann** für **wie lange** und in **welchem Umfang** benötigt?
  - Welche **Zustandsempfehlungen** ergeben sich für vor- und nachgelagerte Komponenten basierend auf den ermittelten Ressourcenbedarfen?

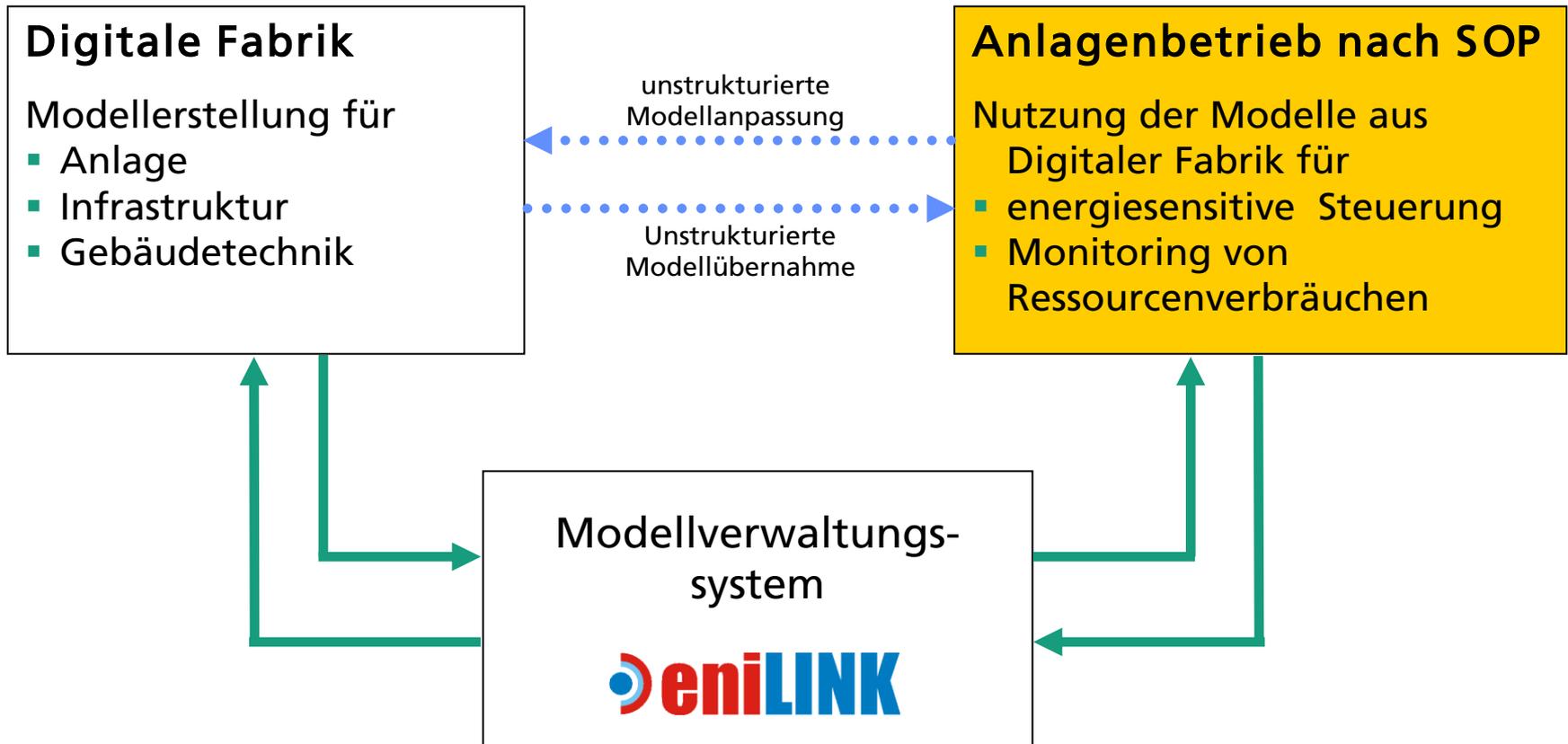


# Architektur eines energiesensitiven Leitsystems



FIT-Fertigungs-Informationssysteme-Tag, 2012-06-27, Stuttgart

# Durchgängige Modellnutzung im Fabrikbetrieb



# Agenda

- (1) Energiewende – the German point of view
- (2) Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken
  - Spitzentechnologiecluster eniPROD
  - Innovationsallianz Green Carbody Technologies
- (3) Energiesensitive Fertigungssteuerung
- (4) Energieeffizienz 2.0 – der nächste Schritt?

# Energieeffizienz 2.0

## Wohlstandssicherung in komplexer Energiewirtschaft

Energieeffizienz 1.0

- **Einsparung**  
Energie wird knapp und teuer

**Energieeffizienz 2.0**

- **Volatilität**  
Energieknappheit und -überangebot wechseln sich ab, Speicherbedarf
- **Regionalität**  
Energie ist nicht beliebig transportierbar
- **Rollenkonjunktion**  
Verbraucher- und Erzeugerrollen vermischen sich
- **Transparenz**  
Entideologisierter, breiterer Meinungsbildungsprozess in der Bevölkerung

2012 ?



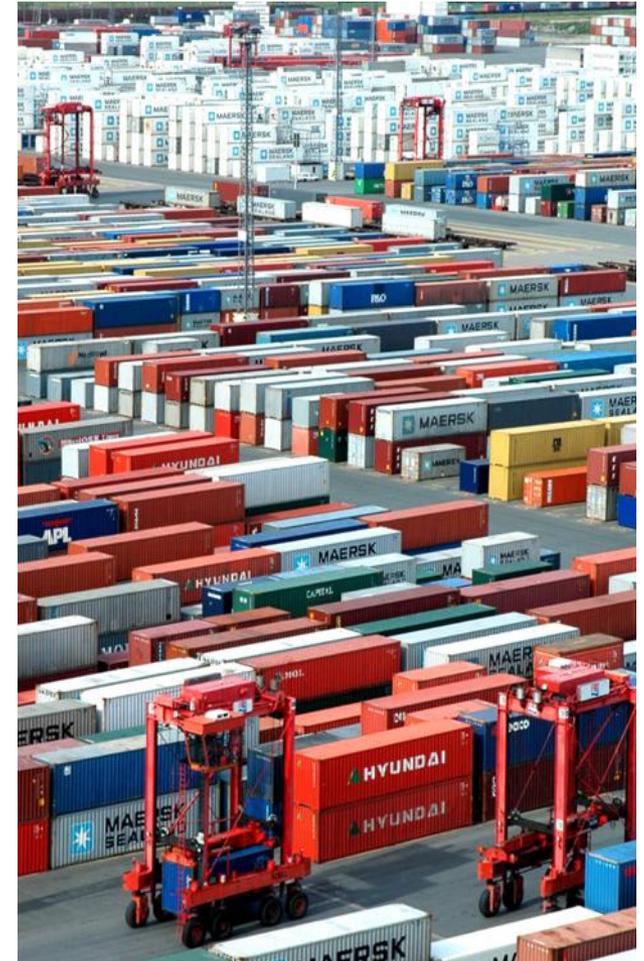
# Energieeffizienz 2.0

## Beitrag der Industrie

**Steuerbare Lasten und Energiespeicher haben auf einem Kapazitätsmarkt denselben Wert.**

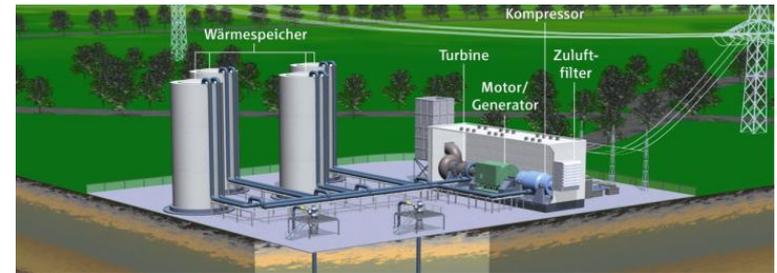
- durch entsprechende Steuerung wird **Industrieproduktion** selbst zum **Energiespeicher**
- aus betrieblichen Gründen notwendige Energiespeicher sind **nach außen vermarktbar**
- eigene Energieerzeugung bringt **Zusatzerlöse**
- regionale Märkte benötigen industriellen Energieverbrauch als Gegenpol zum privaten Verbrauch, Imagewirkung

**Vision:** Die Fabrik qualifiziert sich vom Verbraucher zum aktiven Teilnehmer an den Energiemärkten.



# Energy Storage – think different...

- Compressed **Air**:  $\eta \approx 50\%$
- Accumulated **Water**:  $\eta \approx 80\%$
- „**Product Storage**“:  $\eta = 100\%$  ?



[source: RWE, wikipedia, Opel]

# Fertigungsinformationstag 2012

Der Produktivitätskongress bei Daimler

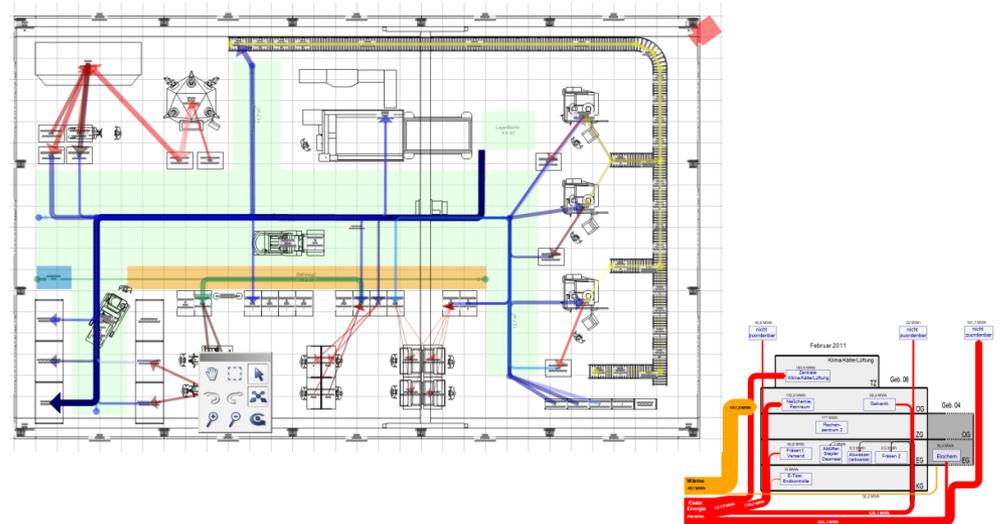
## »Green Carbody Technologies« - TP 1.3.1 Energiesensitive Fertigungssteuerung

### Kontakt:

Dipl.-Inf. Tino Langer  
Fraunhofer IWU Chemnitz  
Reichenhainer Str. 88  
09126 Chemnitz

[tino.langer@iwu.fraunhofer.de](mailto:tino.langer@iwu.fraunhofer.de)

[www.iwu.fraunhofer.de](http://www.iwu.fraunhofer.de)



Vielen Dank!